UNESA	**UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA** **FAKULTAS KETAHANAN PANGAN** **PROGRAM STUDI BIOTEKNOLOGI**	**Kode Dokumen**

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

Otorisasi & Properti Matakuliah

Nama MK	**Kode MK**	**Rumpun MK**	**SKS**	**Alokasi SEMESTER**	**Tanggal Penyusunan**
Rekayasa Protein			**Teori: 2** **Praktek: 1**	5	

AUTHORIZATION	**Nama Pengembang RPS**	**Nama Koordinator RMK**	**Nama Koordinator Program Studi**
	Shinta Wulansari, S. Si. M Sc.		**Dr. Ratih Dewi Saputri, S.Si., M.Si**

Deskripsi Mata Kuliah

Mata kuliah **Rekayasa Protein** membahas prinsip-prinsip dasar, strategi, teknik molekuler, dan analisis komputasi dalam melakukan modifikasi struktur serta fungsi protein/enzim untuk kebutuhan industri, medis, dan lingkungan. Pembelajaran mengintegrasikan pemahaman teoretis dengan **Metode Pembelajaran Berbasis Kasus (*Case Study*)**. Dalam metode ini, mahasiswa secara kolaboratif menganalisis berbagai studi kasus nyata (*real-world cases*) terkait permasalahan stabilitas termal, spesifisitas substrat, imunogenisitas, dan aktivitas katalitik protein, lalu merancang solusi rekayasa protein secara *rational design* maupun *directed evolution*

Model Pembelajaran

Case Study

Sumber Belajar Mata Kuliah

Utama:

- Park, S. J., & Cochran, J. R. (2010). *Protein Engineering and Design*. CRC Press.
- Lutz, S., & Bornscheuer, U. T. (2012). *Protein Engineering Handbook* (Vol. 1 & 2). Wiley-VCH.
- Carey, F. A., & Sundberg, R. J. (2021). *Advanced Protein Design and Evolutionary Engineering*. Springer.
- Juta, K., et al. (2022). *Computational Protein Design: Methods and Protocols*. Humana Press.

CPL Prodi yang dibebankan pada MK

- **CPL-3:** Mengembangkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan kreatif dalam melakukan pekerjaan yang spesifik di bidang keahliannya serta sesuai dengan standar kompetensi kerja bidang yang bersangkutan.
- **CPL-5:** Menguasai konsep teoritis biologi dasar, kimia dan biokimia, biologi sel dan biologi molekuler, mikrobiologi, fisiologi, genetika, rekayasa genetika, teknologi bioproses, bioinformatika, enzimologi dan teknologi enzim, serta bioetika.
- **CPL-6:** Menguasai konsep, prinsip, dan aplikasi pengetahuan bioteknologi pada berbagai bidang.

- **CPL-7:** Menguasai prinsip dasar, cara pengoperasian instrumen dan piranti lunak, serta kemampuan analisis data dan informasi bioteknologi.
- **CPL-10:** Mengambil keputusan secara tepat dalam konteks penyelesaian masalah di bidang keahliannya, berdasarkan hasil analisis terhadap informasi dan data.

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

- **CPMK-1:** Menjelaskan konsep dasar struktur protein, hubungan struktur-fungsi, serta hubungan asam amino terhadap stabilitas dan aktivitas protein.
- **CPMK-2:** Menganalisis dan membandingkan strategi rekayasa protein melalui pendekatan *Rational Design* dan *Directed Evolution* berdasarkan studi kasus.
- **CPMK-3:** Menggunakan piranti lunak bioinformatika/komputasi (*in silico*) untuk pemodelan 3D, mutgenesis simulasional, dan studi interaksi protein-ligan.
- **CPMK-4:** Menganalisis studi kasus permasalahan industri/medis, mengambil keputusan strategi rekayasa protein yang tepat, serta menyajikan solusi teknis secara komunikatif dan kritis.

Matrik CPL-CPM

CPMK	CPL 3	CPL 5	CPL 6	CPL 7	CPL 10
CPMK ke 1		X	X		
CPMK ke 2	X	X			X
CPMK ke 3			X	X	
CPMK ke 4	X			X	X

Rekap persentase tiap CPL terhadap semua CPMK

CPL 3: 20%
CPL 5: 20%
CPL 6: 20%
CPL 7: 20%
CPL 10: 20%

Minggu ke-	CPMK	Kemampuan Akhir Tiap Tahapan Belajar (Sub-CPMK)	Penilaian		Bentuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Tugas [Estimasi Waktu]	Materi Pembelajaran	Bobot
			Indikator	Kriteria & Bentuk Penilaian			
1	CPMK-1	Menjelaskan konsep dasar rekayasa protein dan hierarki struktur protein.	Mahasiswa mampu menjelaskan ikatan non-kovalen, folding, dan tingkat struktur protein.	Rubrik partisipasi & kuis pemahaman.	**Bentuk:** Ceramah interaktif, diskusi. **Metode:** Case Study. **Tugas:** Pemetaan masalah ketidakstabilan protein industri. **Estimasi Waktu:** Teori 2×50 menit.	Pengantar Rekayasa Protein & Hubungan Struktur-Fungsi.	3%

2	CPMK-1	Menganalisis peran asam amino kunci dalam stabilitas termal dan kinetika.	Mahasiswa mampu memetakan interaksi asam amino pada situs aktif dan inti hidrofobik.	Rubrik analisis artikel ilmiah.	**Bentuk:** Diskusi kelompok & presentasi. **Metode:** Case Study. **Tugas:** Analisis kasus denaturasi enzim industri. **Estimasi Waktu:** Teori 2×50 menit.	Termodinamika Folding & Stabilitas Protein.	5% *(Case)*
3	CPMK-2	Membandingkan strategi *Rational Design* dan *Directed Evolution*.	Mahasiswa mampu membedakan kebutuhan data struktur 3D vs skrining pustaka mutan.	Rubrik matriks komparasi strategi.	**Bentuk:** Ceramah, diskusi. **Metode:** Case Study. **Tugas:** Studi Kasus 1: Pemilihan strategi modifikasi lipase. **Estimasi Waktu:** Teori 2×50 menit.	Strategi Rekayasa Protein: Rational Design vs Directed Evolution.	5% *(Case)*
4	CPMK-2	Menganalisis teknik *Site-Directed Mutagenesis* (SDM) pada *Rational Design*.	Mahasiswa mampu merancang primer PCR untuk mutagenesis titik spesifik.	Rubrik desain primer & analisis metode.	**Bentuk:** Ceramah, workshop. **Metode:** Case Study. **Tugas:** Perancangan SDM untuk peningkatan spesifisitas substrat. **Estimasi Waktu:** Teori 2×50 menit.	Teknik Mutagenesis Terarah (*Site-Directed Mutagenesis*).	5%
5	CPMK-3	Menggunakan database protein (PDB) dan visualisasi molekuler (PyMOL/UCSF Chimera).	Mahasiswa mampu mengunduh, menganalisis, dan memetakan jarak residu asam amino pada PDB.	Rubrik unjuk kerja *in silico* & laporan.	**Bentuk:** Praktikum komputasi/workshop. **Metode:** Case Study.	Database PDB & Visualisasi Struktur Protein 3D Komputasi.	6%

					Tugas: Visualisasi 3D situs aktif enzim target. **Estimasi Waktu:** Teori 2×50 menit.		
6	CPMK-2, CPMK-4	Menganalisis Studi Kasus 2: Peningkatan Stabilitas Termal Enzim (Thermo-stabilization).	Mahasiswa mampu mengidentifikasi titik introduksi jembatan disulfida atau ikatan garam.	Rubrik pemecahan kasus & diskusi kelompok.	**Bentuk:** Diskusi kelompok, presentasi. **Metode:** Case Study. **Tugas:** Analisis kasus kaset mutasi α-amilase termo-stabil. **Estimasi Waktu:** Teori 2×50 menit.	Studi Kasus: Rekayasa Jembatan Disulfida & Interaksi Ionik.	7% *(Case)*
7	CPMK-2	Menganalisis metode generasi keragaman genetik pada *Directed Evolution*.	Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip *Error-Prone PCR* (epPCR) dan *DNA Shuffling*.	Rubrik analisis jurnal riset.	**Bentuk:** Ceramah interaktif, diskusi. **Metode:** Case Study. **Tugas:** Penyusunan diagram alir pustaka mutan. **Estimasi Waktu:** Teori 2×50 menit.	Teknik Mutagenesis Acak (*Random Mutagenesis & Recombination*).	4%
8	-	**UTS**	Mengukur pemahaman teoretis dan kemampuan analisis studi kasus minggu 1–7.	Ujian Tertulis & Analisis Studi Kasus UTS.	**Bentuk Pembelajaran:** Ujian Tengah Semester. **Estimasi Waktu:** 2×50 menit.	Materi Teori & Analisis Kasus Minggu 1–7.	**15%**
9	CPMK-2	Menganalisis sistem *High-Throughput Screening* (HTS) dan seleksi mutan.	Mahasiswa mampu merancang skema seleksi mutan berbasis fluoresensi atau FACS.	Rubrik desain assay seleksi.	**Bentuk:** Ceramah & diskusi kasus. **Metode:** Case Study.	Strategi *High-Throughput Screening* (HTS) & *Selection Assays*.	5%

					Tugas: Perancangan sistem HTS untuk antibodi/enzim. **Estimasi Waktu:** Teori 2×50 menit.		
10	CPMK-3	Menerapkan *Computational Protein Design* (CPD) dan prediksi dampak mutasi.	Mahasiswa mampu mengoperasikan piranti lunak prediksi $\Delta\Delta G$ mutasi (FoldX/ROSETTA).	Rubrik simulasi komputasi mutasi.	**Bentuk:** Workshop komputasi. **Metode:** Case Study. **Tugas:** Prediksi mutasi netral vs merusak secara *in silico*. **Estimasi Waktu:** Teori 2×50 menit.	In Silico Protein Design: Prediksi Energi Bebas ($\Delta\Delta G$) & Rosetta.	6%
11	CPMK-2, CPMK-4	Menganalisis Studi Kasus 3: Modifikasi Spesifisitas Substrat & Aktivitas Enzim.	Mahasiswa mampu merancang perubahan kantong pengikatan substrat (*binding pocket*).	Rubrik pemecahan kasus & LKM.	**Bentuk:** Diskusi kelompok & presentasi. **Metode:** Case Study. **Tugas:** Pemecahan kasus rekayasa enzim konversi limbah. **Estimasi Waktu:** Teori 2×50 menit.	Studi Kasus: Active Site Remodeling & Enantioselectivity.	7% *(Case)*
12	CPMK-3	Menganalisis simulasi *Molecular Docking* dan *Dynamics* protein ter-rekayasa.	Mahasiswa mampu menganalisis afinitas pengikatan (binding energy) mutan vs wild-type.	Rubrik analisis data docking.	**Bentuk:** Workshop & diskusi. **Metode:** Case Study. **Tugas:** Docking ligan pada protein hasil mutasi titik.	Simulasi Molecular Docking & Interaksi Protein-Ligan Mutan.	5%

					Estimasi Waktu: Teori 2×50 menit.		
13	CPMK-2, CPMK-4	Menganalisis Studi Kasus 4: Rekayasa Protein Bioterapetik (Humanisasi Antibodi).	Mahasiswa mampu merancang strategi reduksi imunogenisitas antibodi monoklonal.	Rubrik analisis kasus medis/ farmasi.	**Bentuk:** Case-based discussion. **Metode:** Case Study. **Tugas:** Analisis kasus CDR grafting antibodi medis. **Estimasi Waktu:** Teori 2×50 menit.	Studi Kasus: Therapeutic Protein Engineering & Antibody Humanization.	7% *(Case)*
14	CPMK-4	Merancang proposal / solusi komprehensif atas kasus rekayasa protein industri.	Mahasiswa mampu menyusun usulan strategi rekayasa protein secara utuh (*end-to-end*).	Rubrik kelengkapan proposal kasus.	**Bentuk:** Mentoring & diskusi kelompok. **Metode:** Case Study. **Tugas:** Penyusunan laporan solusi kasus komprehensif. **Estimasi Waktu:** Teori 2×50 menit.	Integrasi Metode Experimental & Computational Protein Engineering.	5%
15	CPMK-4	Mempresentasikan hasil analisis dan solusi Studi Kasus Utama secara ilmiah.	Mahasiswa mampu menyajikan presentasi solutif dan mempertahankan argumen kritis.	Rubrik penilaian presentasi & tanya jawab.	**Bentuk:** Seminar & Diskusi Panel. **Metode:** Case Study. **Tugas:** Presentasi kelompok solusi studi kasus akhir. **Estimasi Waktu:** Teori 2×50 menit.	Presentasi & Disseminasi Solusi Studi Kasus Rekayasa Protein.	10% *(Case)*
16	-	**UAS**	Mengukur capaian seluruh CPMK dan pemecahan kasus komprehensif.	Ujian Tertulis Akhir Semester & Evaluasi Portofolio.	**Bentuk Pembelajaran:** Ujian Akhir Semester. **Estimasi Waktu:** 2×50 menit.	Seluruh Materi Teori & Analisis Kasus Komprehensif.	**10%**